



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 38 399 A1** 2004.02.26

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **102 38 399.5**  
(22) Anmeldetag: **22.08.2002**  
(43) Offenlegungstag: **26.02.2004**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **H01J 65/04**  
G01T 1/20, H01J 5/08, G21K 4/00,  
A61L 2/08, A61L 9/18

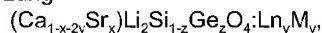
(71) Anmelder:  
**Philips Intellectual Property & Standards GmbH,  
20099 Hamburg, DE**

(72) Erfinder:  
**Jüstel, Thomas, Dr., 52070 Aachen, DE; Mayr,  
Walter, 52477 Alsdorf, DE; Schmidt, Peter J., Dr.,  
52064 Aachen, DE; Blankefort, Helmut, 49762  
Lathen, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

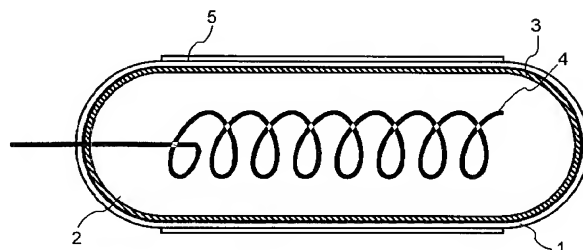
(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur Erzeugung von Strahlung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzeugung von Strahlung mittels einer Excimer-Entladung, ausgerüstet mit einem zumindest teilweise UV-transparenten Entladungsgefäß (1), dessen Entladungsraum (2) mit einer Gasfüllung gefüllt ist, mit Mitteln zur Zündung und Aufrechterhaltung einer Excimer-Entladung (4, 5) in dem Entladungsraum und mit einer Beschichtung (3) die eine Licht-emittierende Verbindung enthält. Die Licht-emittierende Verbindung weist die Zusammensetzung



wobei Ln ein Kation, ausgewählt aus der Gruppe  $\text{Ce}^{3+}$ ,  $\text{Pr}^{3+}$ ,  $\text{Sm}^{3+}$ ,  $\text{Eu}^{3+}$ ,  $\text{Gd}^{3+}$ ,  $\text{Tb}^{3+}$ ,  $\text{Dy}^{3+}$ ,  $\text{Er}^{3+}$ ,  $\text{Tm}^{3+}$  und  $\text{Yb}^{3+}$ , M ein Kation, ausgewählt aus der Gruppe  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  und  $\text{Rb}^+$ ,  $0 \leq x \leq 0,1$ ,  $0,001 \leq y \leq 0,2$  und  $0 \leq z \leq 1$  ist, auf.

Vorzugsweise enthält die Beschichtung (3)  $\text{Ca}_{1-2y}\text{Li}_2\text{SiO}_4:\text{Pr}_y\text{Na}_y$  mit  $0,001 \leq y \leq 0,2$ . Eine Vorrichtung mit einer Beschichtung (3), die  $\text{Ca}_{1-2y}\text{Li}_2\text{SiO}_4:\text{Pr}_y\text{Na}_y$  mit  $0,001 \leq y \leq 0,2$  enthält, kann zu Desinfektionszwecken verwendet werden.



**Beschreibung**

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzeugung von Strahlung mittels einer Excimer-Entladung, ausgerüstet mit einem zumindest teilweise UV-transparenten Entladungsgefäß, dessen Entladungsraum mit einer Gasfüllung gefüllt ist, mit Mitteln zur Zündung und Aufrechterhaltung einer Excimer-Entladung in dem Entladungsraum und mit einer Beschichtung die eine Licht-emittierende Verbindung enthält. Des weiteren betrifft die Erfindung die Verwendung der Vorrichtung sowie eine Lichtemittierende Verbindung.

[0002] Leuchtstoffe sind zur Lumineszenz befähigte Stoffe, die nach Anregung Licht emittieren. Als anregende Energiearten kommen elektromagnetische Strahlung wie  $\gamma$ -Strahlen, Röntgenstrahlen, UV-Licht oder sichtbares Licht, Korpuskularstrahlen wie  $\alpha$ -Strahlen oder  $\beta$ -Strahlen, elektrische Felder (Elektrolumineszenz) oder mechanische Einwirkung (Tribolumineszenz) in Frage.

[0003] Die Anwendung von Leuchtstoffen ist sehr vielseitig und hängt von der Anregungsart und der Wellenlänge des emittierten Lichtes ab. So werden Leuchtstoffe, die nach Anregung durch Elektronenstrahlen lumineszieren, beispielsweise in Fernseh- und Computerbildschirmen, Oszillographenröhren oder Bildwandlern verwendet.

[0004] Leuchtstoffe, die nach Anregung durch Röntgenstrahlen lumineszieren, werden zur Herstellung von Röntgen-Durchleuchtungsschirmen und -Verstärkerfolien für medizinische Zwecke verwendet. Die verwendeten Leuchtstoffe müssen Grundsubstanzen haben, die befähigt sind, Röntgenstrahlen stark zu absorbieren.

[0005] Leuchtstoffe, die nach Anregung durch UV-Strahlen lumineszieren, werden beispielsweise in Gasentladungslampen oder Plasmabildschirmen verwendet.

[0006] Obwohl für fast alle Anwendungsgebiete geeignete Leuchtstoffe zur Verfügung stehen, gibt es einige Gebiete auf denen die verwendeten Leuchtstoffe noch nicht optimal sind.

[0007] Weiterhin ist es notwendig, Leuchtstoffe für neue bzw. für spezielle Anwendungen oder neuen Technologie bereitzustellen. Ein Beispiel für eine spezielle Verwendung ist die Verwendung von Xenon-Gasentladungslampen zu Desinfektionszwecken. Mit Hilfe einer UV-C-Licht emittierenden Xenon-Gasentladungslampe können im Wasser befindliche krankheitserregenden Mikroorganismen wie Bakterien, Pilze, Viren oder Protozoen unschädlich gemacht werden. Aus der EP 1 048 620 ist eine Xenon-Gasentladungslampe für die Desinfektion von Wasser bekannt.

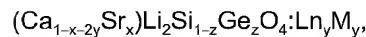
[0008] Gemäß DIN 5031-10 liegt das Maximum der photobiologisch wirksamen UV-Strahlung bei 265 nm.

**Aufgabenstellung**

[0009] Es ist deshalb eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Vorrichtung zur Erzeugung von Strahlung bereitzustellen, deren Emissionsspektrum einfach und optimal auf die gewünschte Anwendung eingestellt werden kann.

[0010] Es ist insbesondere eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Vorrichtung zur Erzeugung von Strahlung bereitzustellen, deren Emissionsspektrum eine große Überlappung mit der DIN 5031-10 aufweist.

[0011] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung zur Erzeugung von Strahlung mittels einer Excimer-Entladung, ausgerüstet mit einem zumindest teilweise UV-transparenten Entladungsgefäß, dessen Entladungsraum mit einer Gasfüllung gefüllt ist, mit Mitteln zur Zündung und Aufrechterhaltung einer Excimer-Entladung in dem Entladungsraum und mit einer Beschichtung, die eine Licht-emittierende Verbindung der Zusammensetzung



wobei Ln ein Kation ausgewählt aus der Gruppe  $\text{Ce}^{3+}$ ,  $\text{Pr}^{3+}$ ,  $\text{Sm}^{3+}$ ,  $\text{Eu}^{3+}$ ,  $\text{Gd}^{3+}$ ,  $\text{Tb}^{3+}$ ,  $\text{Dy}^{3+}$ ,  $\text{Er}^{3+}$ ,  $\text{Tm}^{3+}$  und  $\text{Yb}^{3+}$ ,

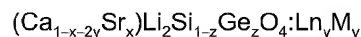
M ein Kation ausgewählt aus der Gruppe  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  und  $\text{Rb}^+$ ,  $0 \leq x \leq 0.1$ ,  $0.001 \leq y \leq 0.2$  und  $0 \leq z \leq 1$  ist, enthält.

[0012] Die mit  $\text{Ce}^{3+}$ ,  $\text{Pr}^{3+}$ ,  $\text{Sm}^{3+}$ ,  $\text{Eu}^{3+}$ ,  $\text{Gd}^{3+}$ ,  $\text{Tb}^{3+}$ ,  $\text{Dy}^{3+}$ ,  $\text{Er}^{3+}$ ,  $\text{Tm}^{3+}$  oder  $\text{Yb}^{3+}$  aktivierten Licht-emittierende Verbindung lassen sich alle effizient mit (V)UV-Licht anregen und weisen hohe Absorptionskoeffizienten, insbesondere bei Wellenlängen im Bereich von Xenon-Excimerstrahlung auf.

[0013] Die Vorrichtung zur Erzeugung von Strahlung gemäß Anspruch 2 weist ein Emissionsspektrum auf, dessen Emissionsmaxima bei 255 und 265 nm und somit im photobiologisch wirksamen Bereich liegen.

[0014] Die Erfindung betrifft auch die Verwendung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zu Desinfektionszwecken, insbesondere zur Desinfektion von Wasser, Luft oder Oberflächen.

[0015] Weiterhin betrifft die Erfindung eine Licht-emittierende Verbindung der Zusammensetzung



, wobei Ln ein Kation ausgewählt aus der Gruppe  $\text{Ce}^{3+}$ ,  $\text{Pr}^{3+}$ ,  $\text{Sm}^{3+}$ ,  $\text{Eu}^{3+}$ ,  $\text{Gd}^{3+}$ ,  $\text{Tb}^{3+}$ ,  $\text{Dy}^{3+}$ ,  $\text{Er}^{3+}$ ,  $\text{Tm}^{3+}$  und  $\text{Yb}^{3+}$ ,

M ein Kation ausgewählt aus der Gruppe  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  und  $\text{Rb}^+$ ,  $0 \leq x \leq 0.1$ ,  $0.001 \leq y \leq 0.2$  und  $0 \leq z \leq 1$  ist.

**Ausführungsbeispiel**

[0016] Im folgenden soll anhand von sieben Figuren

und einem Ausführungsbeispiel die Erfindung näher erläutert werden. Dabei zeigt

[0017] **Fig. 1** im Längsquerschnitt eine Vorrichtung zur Erzeugung von Strahlung,

[0018] **Fig. 2** im Querschnitt eine weitere Vorrichtung zur Erzeugung von Strahlung,

[0019] **Fig. 3** im Querschnitt noch eine Vorrichtung zur Erzeugung von Strahlung,

[0020] **Fig. 4** das Anregungs- und Emissionsspektrum von  $\text{Ca}_{1-2y}\text{Li}_2\text{SiO}_4\cdot\text{Pr}_y\text{Na}_y$  mit  $0.001 \leq y \leq 0.2$ ,

[0021] **Fig. 5** die DIN 5031-10 und das Emissionsspektrum von  $\text{Ca}_{1-2y}\text{Li}_2\text{SiO}_4\cdot\text{Pr}_y\text{Na}_y$  mit  $0.001 \leq y \leq 0.2$ ,

[0022] **Fig. 6** das Anregungs- und Emissionsspektrum von  $\text{Ca}_{1-2y}\text{Li}_2\text{SiO}_4\cdot\text{Ce}_y\text{Na}_y$  mit  $0.001 \leq y \leq 0.2$  und

[0023] **Fig. 7** das Anregungs- und Emissionsspektrum von  $\text{Ca}_{1-2y}\text{Li}_2\text{SiO}_4\cdot\text{Eu}_y\text{Na}_y$  mit  $0.001 \leq y \leq 0.2$ .

[0024] Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Erzeugung von Strahlung mittels einer Excimer-Entladung ist mit einem zumindest teilweise UV-transparenten Entladungsgefäß **1**, dessen Entladungsraum **2** mit einer Gasfüllung gefüllt ist, und mit einer Beschichtung **3**, die eine Licht-emittierende Verbindung enthält, ausgerüstet. Außerdem ist die Vorrichtung mit Mitteln zur Zündung und Aufrechterhaltung der Excimer-Entladung versehen.

[0025] Für das Entladungsgefäß **1** ist eine Vielzahl von Bauformen wie Platten, einfache Rohre, Koaxialrohre, gerade, U-förmig, kreisförmig gebogene oder gewendelte, zylinderförmige oder anders geformte Entladungsröhren möglich. Die Bauform ist dabei im wesentlichen von der geplanten Anwendung der Vorrichtung abhängig.

[0026] Eine typische Bauform für eine Vorrichtung zur Erzeugung von Strahlung ist die Form gemäß **Fig. 1**. Als Mittel zur Zündung und Aufrechterhaltung der Excimer-Entladung umfasst diese Bauform unter anderem Elektroden erster und zweiter Art **4,5**. In dem Entladungsgefäß **1** ist konzentrisch ein gewendelter Draht eingeschoben. Dieser bildet die erste, innere Elektrode der Vorrichtung **4**. Das äußere Glas ist mit einem engmaschigen Drahtnetz bedeckt, das die zweite, äußere Elektrode **5** bildet. Das Entladungsgefäß **1** ist gasdicht verschlossen. Der Entladungsraum **2** enthält eine Gasfüllung und auf den inneren Wandungen des Entladungsgefäß **1** befindet sich eine Beschichtung **3**, die eine Licht-emittierende Verbindung enthält. Die beiden Elektroden **4,5** sind mit beiden Polen einer Wechselstromquelle verbunden. Die Elektrodengeometrie zusammen mit dem Druck im Entladungsgefäß **1** und der Gaszusammensetzung wird auf die Daten der Wechselstromquelle abgestimmt.

[0027] Eine andere Bauform, welche sich insbesondere zu Desinfektionszwecken eignet, ist die zentral von einem zu desinfizierenden Medium, beispielsweise Wasser oder Luft, durchflossene Koaxialform gemäß **Fig. 2**. Das Entladungsgefäß **1** besteht aus zwei koaxialen Glaskörpern, die gasdicht zu einer Hohlmanschette verbunden sind. Der Ringspalt zwi-

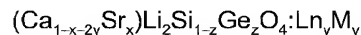
schen den beiden koaxialen Glaskörpern bildet den Entladungsraum **2** und ist mit einer Gasfüllung versehen. Das zu desinfizierende, fluide Medium kann durch das innere Rohr fließen, an dessen Innenwand eine transparente Elektrode erster Art **4** aufgebracht ist. Das zu desinfizierende Medium kann sich auch außerhalb des Außenrohrs befinden. Das äußere Glas ist mit einem engmaschigen Drahtnetz bedeckt, das die äußere, zweite Elektrode **5** bildet. Die Stromversorgung erfolgt durch eine an diese beiden Elektroden angeschlossene Wechselstromquelle. Die inneren Oberflächen der Hohlmanschette weisen eine Beschichtung **3** mit einer Licht-emittierenden Verbindung auf.

[0028] In einer weiteren möglichen Bauform gemäß **Fig. 3** enthält die Vorrichtung ein zylindrisches, mit einer Gasfüllung versehenes Entladungsgefäß **1** aus Glas, auf dessen Wandung außen die Elektrode der ersten Art **4** und die Elektrode der zweiten Art **5** elektrisch isoliert voneinander angeordnet sind. Die streifenförmigen Elektroden **4,5** erstrecken sich über die gesamte Länge des Entladungsgefäßes **1**, wobei sie sich mit ihren Längsseiten unter Freilassung von zwei Spalten gegenüberliegen. Auf den inneren Wandungen des Entladungsgefäßes **1** ist die Beschichtung **3** mit der Licht-emittierenden Substanz aufgebracht.

[0029] Die Mittel zur Zündung und Aufrechterhaltung einer Excimer-Entladung umfassen Elektroden erster und zweiter Art **4,5**. Die Elektroden **4,5** enthalten ein Metall, zum Beispiel Aluminium oder Silber, eine Metalllegierung oder eine transparente leitfähige anorganische Verbindung, z.B. ITO. Sie können als Beschichtung, als aufgeklebte Folie, als aufgeklebte Folienstreifen, als Draht oder als Drahtnetz ausgebildet sein.

[0030] Das Entladungsgefäß **1** ist mit einer Gasfüllung aus Xenon, Krypton, Argon, Neon, Helium oder einem Gasgemisch mit wenigstens einem dieser Gase versehen. Bevorzugt enthält die Gasfüllung sauerstofffreies Xenon oder ein Xenon-haltiges Gasgemisch.

[0031] Die Beschichtung **3** enthält eine Licht-emittierende Verbindung der Zusammensetzung



, wobei Ln ein Kation ausgewählt aus der Gruppe  $\text{Ce}^{3+}$ ,  $\text{Pr}^{3+}$ ,  $\text{Sm}^{3+}$ ,  $\text{Eu}^{3+}$ ,  $\text{Gd}^{3+}$ ,  $\text{Tb}^{3+}$ ,  $\text{Dy}^{3+}$ ,  $\text{Er}^{3+}$ ,  $\text{Tm}^{3+}$  und  $\text{Yb}^{3+}$ ,

M ein Kation ausgewählt aus der Gruppe  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  und  $\text{Rb}^+$ ,  $0 \leq x \leq 0.1$ ,  $0.001 \leq y \leq 0.2$  und  $0 \leq z \leq 1$  ist.

[0032] Das Wirtsgitter  $(\text{Ca}_{1-x-2y}\text{Sr}_x)\text{Li}_2\text{Si}_{1-z}\text{Ge}_z\text{O}_4$  der Licht-emittierenden Verbindung kristallisiert in einem tetragonalen Kristallsystem. Durch Dotierung mit trivalenten Metallkationen werden Leuchtstoffe erhalten, die je nach verwendetem Metallkation andere Emissionseigenschaften haben. Die trivalenten Metallkationen werden in die divalenten Calcium-Positionen eingebaut. Zur Ladungskompensation werden zusätzlich monovalente Kationen in das Kristallgitter

eingebaut. Vorteilhaft bei diesem Wirtsgitter ist auch, dass die Dotierungen in hohen Konzentrationen in das Wirtsgitter eingebaut werden können.

[0033] Vorzugsweise weist die Licht-emittierende Verbindung die Zusammensetzung  $\text{Ca}_{1-2y}\text{Li}_2\text{SiO}_4:\text{Pr}_y\text{Na}_y$ ,  $\text{Ca}_{1-2y}\text{Li}_2\text{SiO}_4:\text{Ce}_y\text{Na}_y$ ,  $\text{Ca}_{1-2y}\text{Li}_2\text{SiO}_4:\text{Eu}_y\text{Na}_y$ ,  $\text{Ca}_{1-2y}\text{Li}_2\text{SiO}_4:\text{Tb}_y\text{Na}_y$  oder  $\text{Ca}_{1-2y}\text{Li}_2\text{SiO}_4:\text{Nd}_y\text{Na}_y$  mit jeweils  $0.001 \leq y \leq 0.2$  auf. Die Licht-emittierende Substanz wird je nach Anwendung ausgewählt. Soll die Vorrichtung zu Desinfektionszwecken, beispielsweise zur Desinfektion von Wasser, Luft oder Oberflächen, verwendet werden, wird vorzugsweise  $\text{Ca}_{1-2y}\text{Li}_2\text{SiO}_4:\text{Pr}_y\text{Na}_y$  mit  $0.001 \leq y \leq 0.2$  als Licht-emittierende Substanz verwendet.

[0034] Alternativ kann die Beschichtung 3 noch ein organisches oder anorganisches Bindemittel oder eine Bindemittelzusammensetzung enthalten. Weiterhin kann die Beschichtung 3 oder die Licht-emittierende Verbindung selbst noch mit einer Schutzschicht gegen den Angriff der Entladung geschützt werden.

[0035] Wenn eine Wechselspannung an die Elektroden 4,5 angelegt wird, wird in dem bevorzugt xenonhaltigen Füllgas eine stille elektrische Ladung gezündet werden. Dadurch bilden sich im Plasma Xenon-Excimer, d. h. Moleküle, die nur im angeregten Zustand stabil sind.



[0036] Die Anregungsenergie wird als UV-Strahlung mit einer Wellenlänge von  $\lambda = 140$  bis  $190$  nm wieder abgegeben. Diese Umwandlung von Elektronenenergie in UV-Strahlung erfolgt sehr effizient. Die erzeugten UV-Photonen werden von der Licht-emittierenden Verbindung absorbiert und die Anregungsenergie wird in einem längerwelligen Bereich des Spektrums teilweise wieder abgegeben. Der Absorptionskoeffizient der mit  $\text{Ce}^{3+}$ ,  $\text{Pr}^{3+}$ ,  $\text{Sm}^{3+}$ ,  $\text{Eu}^{3+}$ ,  $\text{Gd}^{3+}$ ,  $\text{Tb}^{3+}$ ,  $\text{Dy}^{3+}$ ,  $\text{Er}^{3+}$ ,  $\text{Tm}^{3+}$  oder  $\text{Yb}^{3+}$  aktivierten Licht-emittierenden Verbindungen ist für die Wellenlängen im Bereich der Xenonstrahlung besonders groß und die Quantenausbeute hoch. Das Wirtsgitter beeinflusst die genaue Lage der Energieniveaus des Aktivatorions, und infolgedessen das Emissionsspektrum.

[0037] Zur Herstellung der Licht-emittierenden Verbindung werden entsprechende Mengen der Ausgangsverbindungen für das Wirtsgitter  $\text{Li}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{Li}_2\text{GeO}_3$ ,  $\text{CaCO}_3$  und  $\text{SrCO}_3$  mit den entsprechenden Mengen eines Salzes des trivalenten Metallkations  $\text{Ln}^{3+}$  und eines Salzes des monovalenten Ladungskompensators  $\text{M}^+$  in Wasser gemischt. Das Wasser wird anschließend entfernt. Die erhaltene Reaktionsmischung wird getrocknet und mehrmals bei Temperaturen zwischen  $700$  und  $900$  °C geglüht.

[0038] Als Salze der trivalenten Metallkationen werden vorzugsweise die Nitrate  $\text{Ln}(\text{NO}_3)_3$  mit Ln ausgewählt aus der Gruppe  $\text{Ce}^{3+}$ ,  $\text{Pr}^{3+}$ ,  $\text{Sm}^{3+}$ ,  $\text{Eu}^{3+}$ ,  $\text{Gd}^{3+}$ ,  $\text{Tb}^{3+}$ ,  $\text{Dy}^{3+}$ ,  $\text{Er}^{3+}$ ,  $\text{Tm}^{3+}$  und  $\text{Yb}^{3+}$  verwendet. Als Salze des Ladungskompensators werden vorzugsweise die

Carbonate  $\text{M}_2\text{CO}_3$  mit M ausgewählt aus der Gruppe  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  und  $\text{Rb}^+$  eingesetzt.

[0039] Die Licht-emittierende Verbindung wird auf die Gefäßwände des Entladungsgefäßes 1 mittels eines Flow-Coating-Verfahrens aufgebracht. Die Beschichtungssuspensionen für das Flow-Coating-Verfahren enthalten Wasser oder eine organische Verbindung wie Butylacetat als Lösungsmittel. Die Suspension wird durch Zugabe von Hilfsmitteln, wie Stabilisatoren, Verflüssigern, Cellulosederivaten, stabilisiert und in ihren rheologischen Eigenschaften beeinflusst. Die Suspension der Licht-emittierenden Verbindung wird als dünne Schicht auf die Gefäßwand des Entladungsgefäßes 1 aufgebracht, getrocknet und bei  $600$  °C eingebrannt. Das Entladungsgefäß 1 wird dann evakuiert, um alle gasförmigen Verunreinigungen, insbesondere Sauerstoff, zu entfernen. Anschließend wird das Gefäß mit Xenon mit einem Gasdruck von etwa  $200$  bis  $300$  mbar gefüllt und verschlossen.

[0040] Die Verwendung der beschriebenen Vorrichtung ist vielseitig und hängt vor allem vom Emissionsspektrum der Vorrichtung ab.

[0041] Die beschriebene Vorrichtung mit  $\text{Ca}_{1-2y}\text{Li}_2\text{SiO}_4:\text{Pr}_y\text{Na}_y$  mit  $0.001 \leq y \leq 0.2$  als Lichtemittierende Verbindung emittiert Licht im UV-Lichtbereich und eignet sich gut für photolytische Reaktoren hoher Ausbeute. In Fig. 4 ist das Anregungs- und Emissionsspektrum der Licht-emittierende Verbindung gezeigt. Da die emittierte Strahlung ein schmalbandiges Spektrum aufweist, kann die erfindungsgemäße Vorrichtung vorteilhafterweise für die Durchführung von wellenlängenselektiven Photoreaktionen verwendet werden.

[0042] Ferner können technische photochemische Prozesse (z.B. Photochlorierung, Photobromierung, Photosulfochlorierung) mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung effizienter durchgeführt werden.

[0043] Eine bevorzugte Verwendung dieser erfindungsgemäßen Vorrichtung betreffen die Wasser- und Abwassertechnik, bei welchen ein belastetes Wasser das zu behandelnde Fluid ist. Als Beispiele für die Behandlung können genannt werden: a) Entkeimung; b) Abbau von Schadstoffen, Farbstoffen oder Geruch.

[0044] Die erfindungsgemäße Vorrichtung mit  $\text{Ca}_{1-2y}\text{Li}_2\text{SiO}_4:\text{Pr}_y\text{Na}_y$  mit  $0.001 \leq y \leq 0.2$  als Licht-emittierende Verbindung kann auch für die Sterilisierung anderer Flüssigkeiten und Lösungsmittel verwendet werden.

[0045] Der Leuchtstoff  $\text{Ca}_{1-2y}\text{Li}_2\text{SiO}_4:\text{Ce}_y\text{Na}_y$  mit  $0.001 \leq y \leq 0.2$  kann auch vorteilhaft in einer Vorrichtung zur Röntgen-Computertomographie eingesetzt werden.

[0046] Eine Vorrichtung zur Röntgen-Computertomographie weist mindestens eine Röntgenröhre und mindestens einen Röntgendetektor. Meist enthält die Vorrichtung zur Röntgen-Computertomographie eine Röntgendetektor-Anordnung. Ein Röntgendetektor umfasst einen Szintillator und eine Photodiode. Der

Szintillator und die Photodiode sind optisch verbunden. Bestrahlungsmäßig auf den Szintillator fallende Röntgenstrahlen werden in Licht umgewandelt. Die Photodiode wird anschließend durch das von dem Szintillator emittierte Licht bestrahlt. Im Ergebnis kann Information über die Intensität von Röntgenstrahlung als elektrische Information von einer Photodiode erhalten werden.

[0047] In einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Röntgen-Computertomographie enthält der Szintillator  $\text{Ca}_{1-2y}\text{Li}_2\text{SiO}_4:\text{Ce}_y\text{Na}_y$  mit  $0.001 \leq y \leq 0.2$ . Der Szintillator wird üblicherweise Pressverfahren hergestellt. Ein derartiger Szintillator ist beispielsweise mit einem transparenten Kleber an der Photodiode befestigt.  $\text{Ca}_{1-2y}\text{Li}_2\text{SiO}_4:\text{Ce}_y\text{Na}_y$  mit  $0.001 \leq y \leq 0.2$  weist nach Anregung mit Röntgenstrahlung ein Emissionsspektrum auf, dessen Maximum bei 400 nm liegt. In **Fig. 6** ist das Anregungs- und Emissionsspektrum der Licht-emittierende Verbindung gezeigt. Der Leuchtstoff eignet sich besonders zum Nachweis oder zur Umwandlung von Röntgenstrahlung, da dort auch die Maxima der in Vorrichtungen zur Röntgen-Computertomographie verwendeten Photomultiplier basierend auf Cs3Sb, Bialkali (S22) oder Multialkalikathoden liegen. Weiterhin weist der Leuchtstoff mit einer Abklingzeit  $\tau_{1/e}$  von 36 ns eine kürzere Abklingzeit ( $\tau_{1/e} = 40$  ns) als der häufig verwendete Szintillator  $\text{Lu}_2\text{SiO}_5:\text{Ce}$  auf.

[0048] Die Licht-emittierende Verbindung  $\text{Ca}_{1-2y}\text{Li}_2\text{SiO}_4:\text{Eu}_y\text{Na}_y$  mit  $0.001 \leq y \leq 0.2$  kann beispielsweise vorteilhaft als rot-emittierender Leuchtstoff in einem Plasmabildschirm eingesetzt werden. In **Fig. 7** ist das Anregungs- und Emissionsspektrum der Lichtemittierende Verbindung gezeigt.

#### Ausführungsbeispiel 1

[0049] Zur Herstellung von  $\text{Ca}_{0.98}\text{Li}_2\text{SiO}_4:\text{Pr}_{0.01},\text{Na}_{0.01}$  wurden 25.0 g (278 mmol)  $\text{Li}_2\text{SiO}_3$ , 147 mg (1.39 mmol)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 27.3 g (272 mmol)  $\text{CaCO}_3$  und 1.21 g (2.78 mmol)  $\text{Pr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  in demineralisiertem  $\text{H}_2\text{O}$  gemischt und aufgeschlämmt. Das Wasser wurde destillativ entfernt und der erhaltene Rückstand wurde getrocknet. Anschließend wurde das Reaktionsprodukt einmal 2 h an Luft bei 700 °C geglüht und zweimal für jeweils 12 h bei 850 °C in  $\text{CO}$ -Atmosphäre geglüht. Die erhaltene Licht-emittierende Verbindung wurde mehrmals mit Wasser und Ethanol gewaschen, getrocknet und mehrere Stunden auf einer Rollenbank gemahlen. Das erhaltene Pulver hatte eine durchschnittliche Partikelgröße von 3 µm. Das Absorptions- und Emissionsspektrum dieser Licht-emittierenden Verbindung ist in **Fig. 4** gezeigt. In **Fig. 5** ist die DIN 5031-10 (gestrichelte Kurve) im Vergleich zum Emissionsspektrum von  $\text{Ca}_{0.98}\text{Li}_2\text{SiO}_4:\text{Pr}_{0.01},\text{Na}_{0.01}$  (durchgezogene Kurve) gezeigt.

#### Ausführungsbeispiel 2

[0050] Zur Herstellung von  $\text{Ca}_{0.98}\text{Li}_2\text{SiO}_4:\text{Ce}_{0.02},\text{Na}_{0.02}$  wurden 9.00 g (100 mmol)  $\text{Li}_2\text{SiO}_3$ , 106 mg (1.00 mmol)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 9.61 g (96.0 mmol)  $\text{CaCO}_3$  und 869 mg (2.00 mmol)  $\text{Pr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  in demineralisiertem  $\text{H}_2\text{O}$  gemischt und aufgeschlämmt. Das Wasser wurde destillativ entfernt und der erhaltene Rückstand wurde getrocknet. Anschließend wurde das Reaktionsprodukt einmal 2 h an Luft bei 700 °C geglüht und zweimal für jeweils 12 h bei 850 °C in  $\text{CO}$ -Atmosphäre geglüht. Die erhaltene Licht-emittierende Verbindung wurde mit mehrmals mit Wasser und Ethanol gewaschen, getrocknet und mehrere Stunden auf einer Rollenbank gemahlen. Die erhaltene Licht-emittierende Verbindung wies einen Farbpunkt x, y von  $x = 0.160$  und  $y = 0.069$  auf. Das Lumenäquivalent der Licht-emittierenden Verbindung betrug 30 lm/W. Der Absorptionskoeffizient bei 254 nm der Licht-emittierenden Verbindung betrug 93 % und die Quanteneffizienz bei dieser Wellenlänge betrug 80 %. Das Absorptions- und Emissionsspektrum dieser Licht-emittierenden Verbindung ist in **Fig. 6** gezeigt.

#### Ausführungsbeispiel 3

[0051] Zur Herstellung von  $\text{Ca}_{0.98}\text{Li}_2\text{SiO}_4:\text{Eu}_{0.01},\text{Na}_{0.01}$  wurden 20.1 g (218 mmol)  $\text{Li}_2\text{SiO}_3$ , 90.0 mg (2.18 mmol)  $\text{NaF}$ , 12.0 g (214 mmol)  $\text{CaO}$  und 933 mg (2.18 mmol)  $\text{Eu}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  in demineralisiertem  $\text{H}_2\text{O}$  gemischt und aufgeschlämmt. Das Wasser wurde destillativ entfernt und der erhaltene Rückstand wurde getrocknet. Anschließend wurde das Reaktionsprodukt einmal 2 h an Luft bei 700 °C geglüht und einmal für 12 h bei 850 °C geglüht. Die erhaltene Licht-emittierende Verbindung wurde gemörsert und noch mal 6 h bei 850 °C geglüht. Das Absorptions- und Emissionsspektrum dieser Licht-emittierenden Verbindung ist in **Fig. 7** gezeigt.

#### Ausführungsbeispiel 4

[0052] Zur Herstellung von  $\text{Ca}_{0.98}\text{Li}_2\text{SiO}_4:\text{Tb}_{0.01},\text{Na}_{0.01}$  wurden 20.1 g (218 mmol)  $\text{Li}_2\text{SiO}_3$ , 90.0 mg (2.18 mmol)  $\text{NaF}$ , 12.0 g (214 mmol)  $\text{CaO}$  und 987 mg (2.18 mmol)  $\text{Tb}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  in demineralisiertem  $\text{H}_2\text{O}$  gemischt und aufgeschlämmt. Das Wasser wurde destillativ entfernt und der erhaltene Rückstand wurde getrocknet. Anschließend wurde das Reaktionsprodukt einmal 2 h an Luft bei 700 °C geglüht und einmal für 12 h bei 850 °C geglüht. Die erhaltene Licht-emittierende Verbindung wurde gemörsert und noch mal 6 h bei 850 °C geglüht.

#### Ausführungsbeispiel 5

[0053] Zur Herstellung von

$\text{Ca}_{0,98}\text{Li}_2\text{SiO}_4\text{:Nd}_{0,01},\text{Na}_{0,01}$  wurden 9.82 g (104 mmol)  $\text{Li}_2\text{SiO}_3$ , 46.0 mg (1.09 mmol) NaF, 6.00 g (107 mmol) CaO und 480 mg (1.09 mmol)  $\text{Nd}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  in demineralisiertem  $\text{H}_2\text{O}$  gemischt und aufgeschlämmt. Das Wasser wurde destillativ entfernt und der erhaltene Rückstand wurde getrocknet. Anschließend wurde das Reaktionsprodukt einmal 2 h an Luft bei 700 °C gegläht und einmal für 12 h bei 850 °C gegläht. Die erhaltene Licht-emittierende Verbindung wurde gemörstert und noch mal 6 h bei 850 °C gegläht.

#### Ausführungsbeispiel 6

[0054] Es wurde zunächst eine Suspension von  $\text{Ca}_{0,98}\text{Li}_2\text{SiO}_4\text{:Pr}_{0,01},\text{Na}_{0,01}$  in Butylacetat mit Nitrocellulose als Binder hergestellt. Mittels eines Flow-Coating-Verfahrens wurde die Suspension auf die Innenwand eines Rohrs aus synthetischem Quarz (Suprasil™) von 5 mm Innendurchmesser aufgebracht. Die Dicke der Beschichtung 3 entsprach einem Flächengewicht der Licht-emittierenden Verbindung von  $3\text{mg}/\text{cm}^2$ . Der Binder wurde bei einer Temperatur unterhalb von 580°C ausgebrannt. Die Vorrichtung wurde mit Xenon mit einem Gasdruck von 200 bis 300 mbar gefüllt und dann verschlossen. Auf der Außenwand der Vorrichtung wurden diagonal zwei Elektroden 4,5 aus Aluminiumfolie aufgeklebt.

[0055] Die Vorrichtung wurde mit Wechselstrom mit Rechteckcharakteristik mit einer Amplitude von 6 kV und einer Frequenz von 25 kHz betrieben.

[0056] Ausführungsbeispiel 7 Das Entladungsgefäß der Vorrichtung 1 nach Ausführungsbeispiel 2 bestand aus einem zylindrischen Rohr aus synthetischem Quarz (Suprasil™) von 0.7 mm Dicke und 50 mm Durchmesser. Es war mit Xenon mit einem Druck von 200 mbar gefüllt. In der Achse des Rohrs war eine spiralig gewendelte innere Elektrode 4 aus Metalldraht angeordnet. Auf der Außenwand des Entladungsgefäßes wurden sechs Streifen aus Silberfolie parallel zur inneren Elektrode als äußere Elektroden 5 aufgeklebt. Die innere Oberfläche der Außenwandung wurde beschichtet, wobei die Beschichtung 3  $\text{Ca}_{0,98}\text{Li}_2\text{SiO}_4\text{:Pr}_{0,01},\text{Na}_{0,01}$  als Licht-emittierende Verbindung enthält.

[0057] Die Vorrichtung wird mit Wechselstrom mit Rechteckcharakteristik mit einer Amplitude von 6 kV und einer Frequenz von 25 kHz betrieben.

#### Ausführungsbeispiel 8

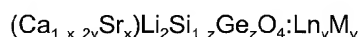
[0058] Das Entladungsgefäß 1 der Vorrichtung nach Ausführungsbeispiel 8 bestand aus zwei coaxialen Rohren aus synthetischem Quarz (Suprasil™) von 0.7 mm Dicke und 50 mm Innendurchmesser bzw. 40 mm Außendurchmesser. Beide Rohre waren an ihren beiden Enden so miteinander verbunden, dass sie eine gasdichte Hohlmanschette bildeten. Das Entladungsgefäß 1 war mit Xenon mit einem Druck von 200 mbar gefüllt. Die der Rohrachse zugewandte

Wand der Hohlmanschette wurde auf der Rohrachse zugewandten Seite mit einer Aluminiumschicht überzogen, welche die erste Elektrode 4 bildete, und auf die der Rohrachse abgewandten Wand der Hohlmanschette wurden auf der der Rohrachse abgewandten Seite sechs Streifen aus Silberfolie parallel zur Rohrachse aufgeklebt, welche die zweite Elektrode 5 bildeten. Die inneren Oberflächen der Hohlmanschette waren beschichtet, wobei die Beschichtung 3  $\text{Ca}_{0,98}\text{Li}_2\text{SiO}_4\text{:Pr}_{0,01},\text{Na}_{0,01}$  als Licht-emittierende Verbindung enthielt.

[0059] Die Vorrichtung wurde mit Wechselstrom mit Rechteckcharakteristik mit einer Amplitude von 6 kV und einer Frequenz von 25 kHz betrieben.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Erzeugung von Strahlung mittels einer Excimer-Entladung, ausgerüstet mit einem zumindest teilweise UV-transparenten Entladungsgefäß (1), dessen Entladungsraum (2) mit einer Gasfüllung gefüllt ist, mit Mitteln zur Zündung und Aufrechterhaltung einer Excimer-Entladung (4, 5) in dem Entladungsraum und mit einer Beschichtung (3), die eine Licht-emittierende Verbindung der Zusammensetzung



, wobei Ln ein Kation ausgewählt aus der Gruppe  $\text{Ce}^{3+}$ ,  $\text{Pr}^{3+}$ ,  $\text{Sm}^{3+}$ ,  $\text{Eu}^{3+}$ ,  $\text{Gd}^{3+}$ ,  $\text{Tb}^{3+}$ ,  $\text{Dy}^{3+}$ ,  $\text{Er}^{3+}$ ,  $\text{Tm}^{3+}$  und  $\text{Yb}^{3+}$ ,

M ein Kation ausgewählt aus der Gruppe  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  und  $\text{Rb}^+$ ,

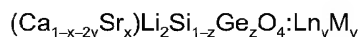
$0 \leq x \leq 0.1$ ,  $0.001 \leq y \leq 0.2$  und  $0 \leq z \leq 1$  ist, enthält.

2. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung (3) eine Licht-emittierende Verbindung der Zusammensetzung  $\text{Ca}_{1-2y}\text{Li}_2\text{SiO}_4\text{:Pr}_y\text{Na}_y$  mit  $0.001 \leq y \leq 0.2$  aufweist.

3. Verwendung einer Vorrichtung gemäß Anspruch 1 oder 2 zu Desinfektionszwecken.

4. Verwendung einer Vorrichtung gemäß Anspruch 1 oder 2 zur Desinfektion von Wasser, Luft oder Oberflächen.

5. Licht-emittierende Verbindung der Zusammensetzung



, wobei Ln ein Kation ausgewählt aus der Gruppe  $\text{Ce}^{3+}$ ,  $\text{Pr}^{3+}$ ,  $\text{Sm}^{3+}$ ,  $\text{Eu}^{3+}$ ,  $\text{Gd}^{3+}$ ,  $\text{Tb}^{3+}$ ,  $\text{Dy}^{3+}$ ,  $\text{Er}^{3+}$ ,  $\text{Tm}^{3+}$  und  $\text{Yb}^{3+}$ ,

M ein Kation ausgewählt aus der Gruppe  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  und  $\text{Rb}^+$ ,

$0 \leq x \leq 0.1$ ,  $0.001 \leq y \leq 0.2$  und  $0 \leq z \leq 1$  ist.

6. Licht-emittierende Verbindung der Zusammensetzung  $\text{Ca}_{1-2y}\text{Li}_2\text{SiO}_4:\text{Pr}_y\text{Na}_y$  mit  $0.001 \leq y \leq 0.2$ .

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

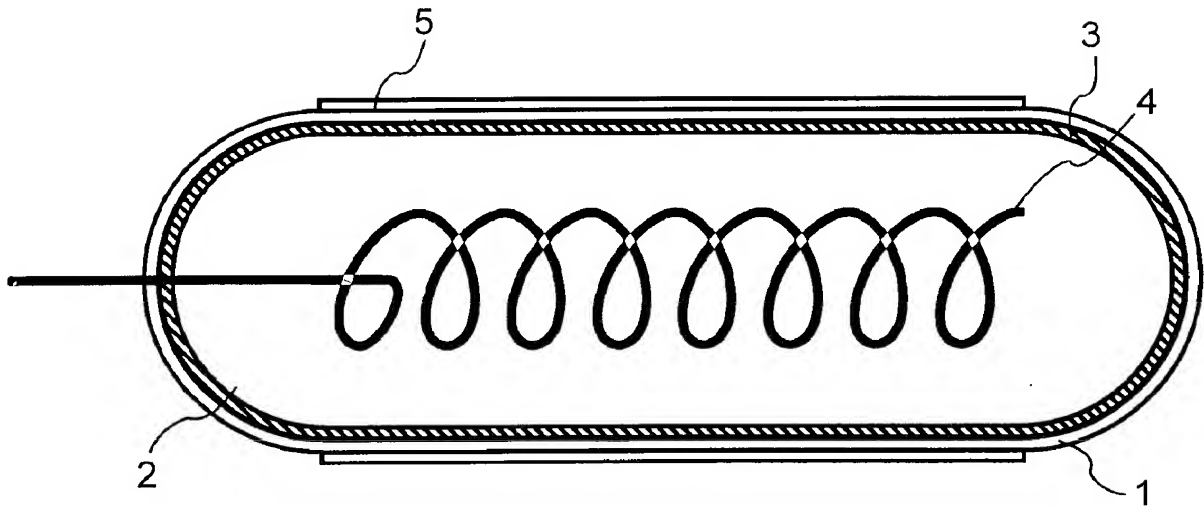


FIG. 1

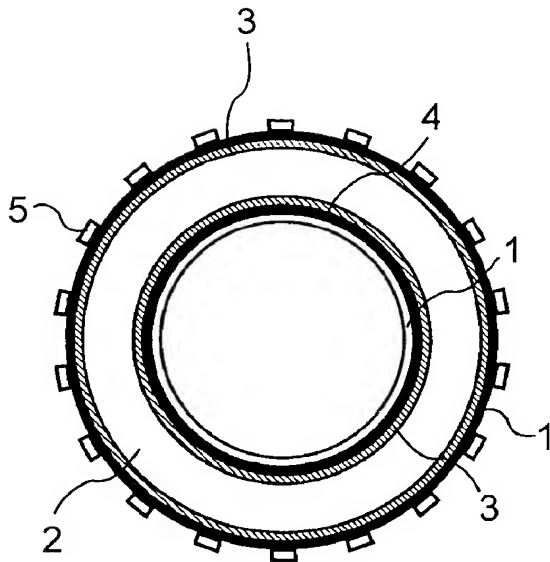


FIG. 2

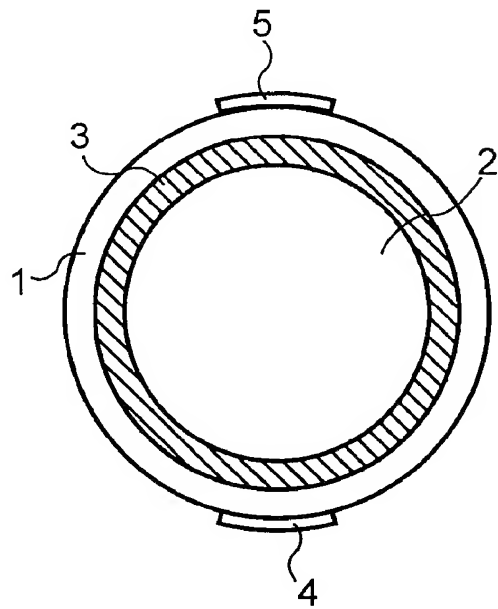


FIG. 3



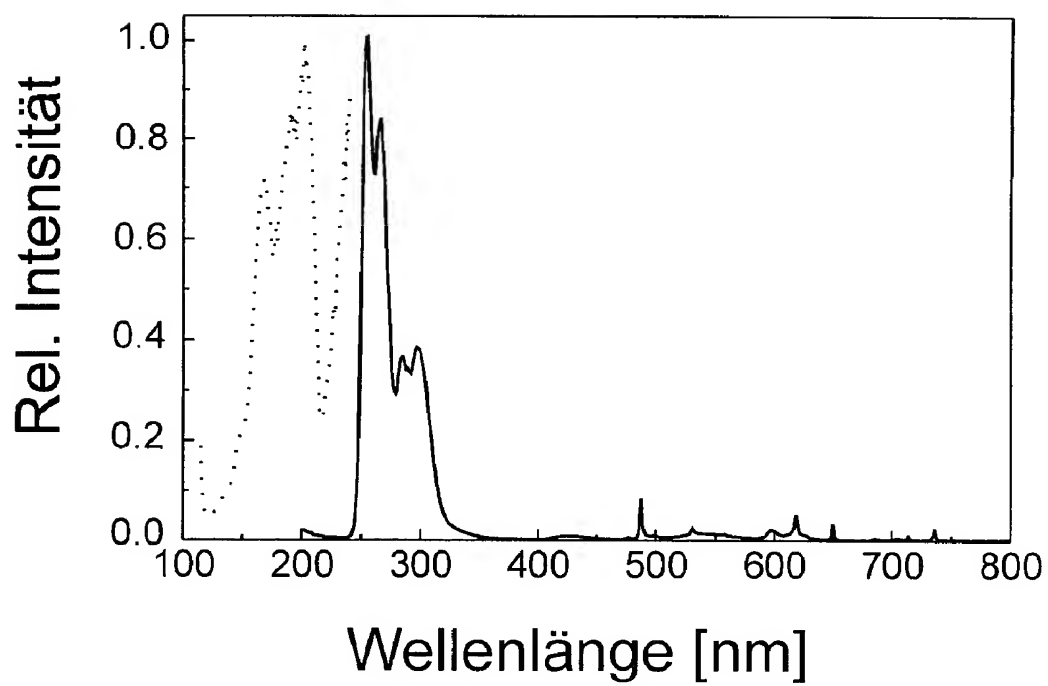


FIG. 4

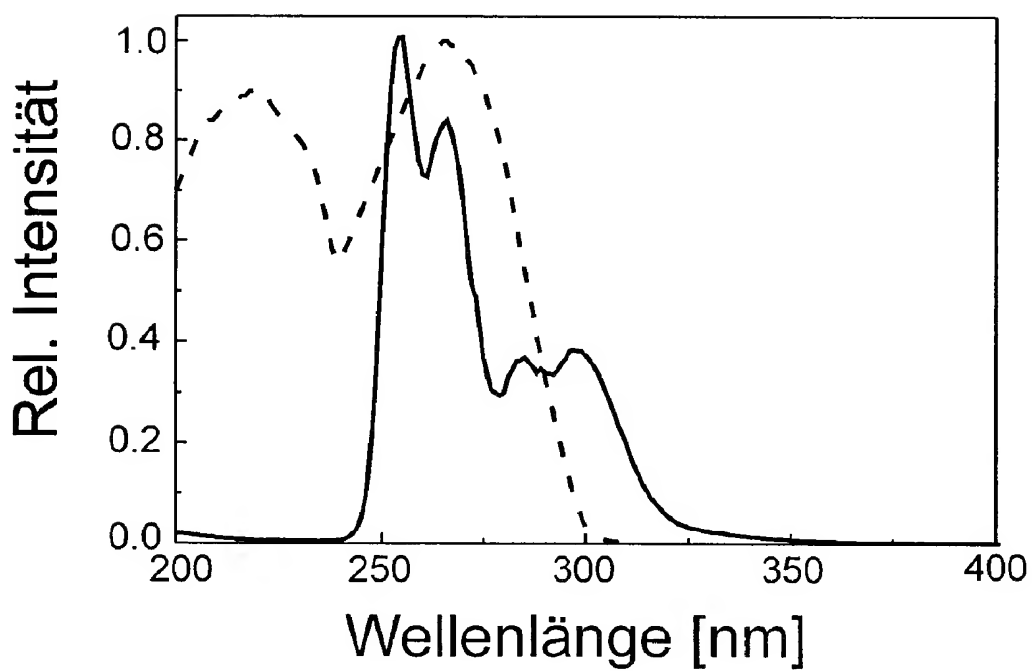


FIG. 5

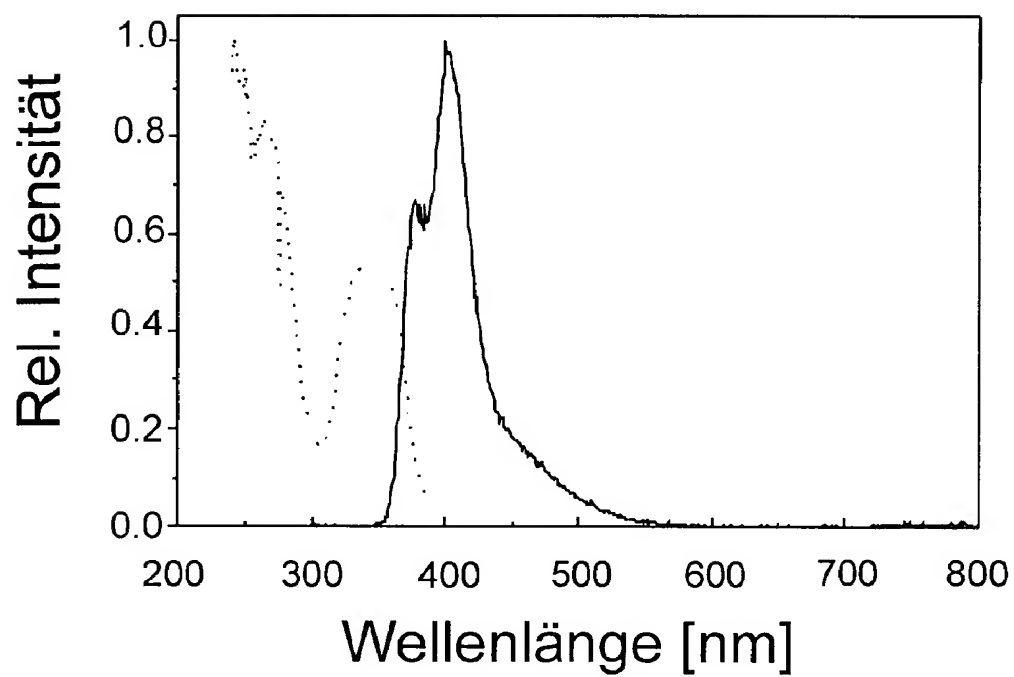


FIG. 6

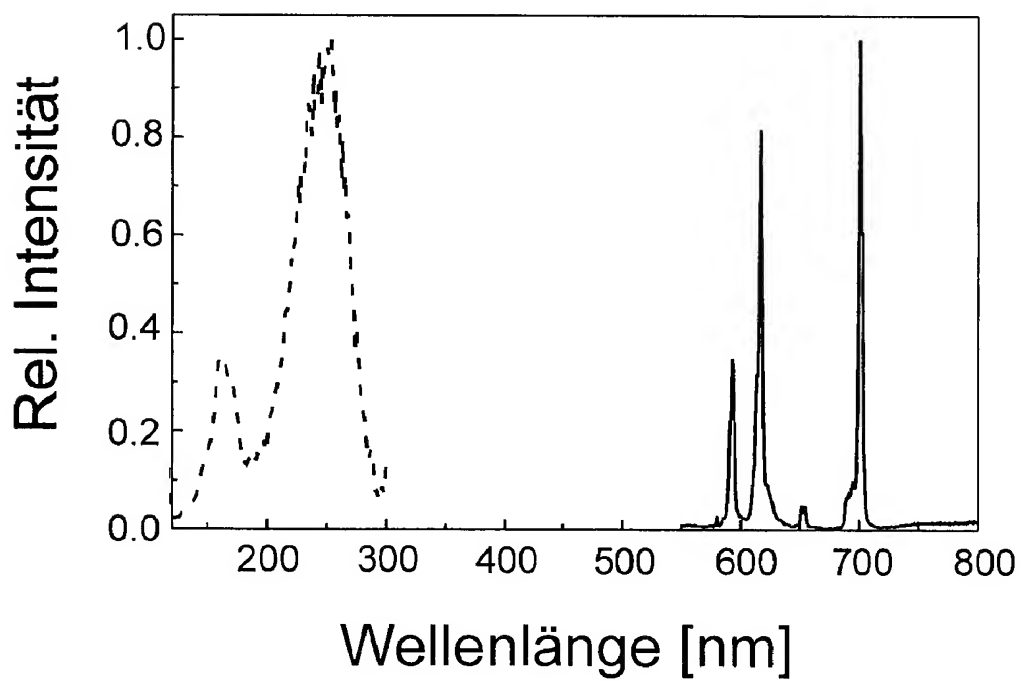


FIG. 7